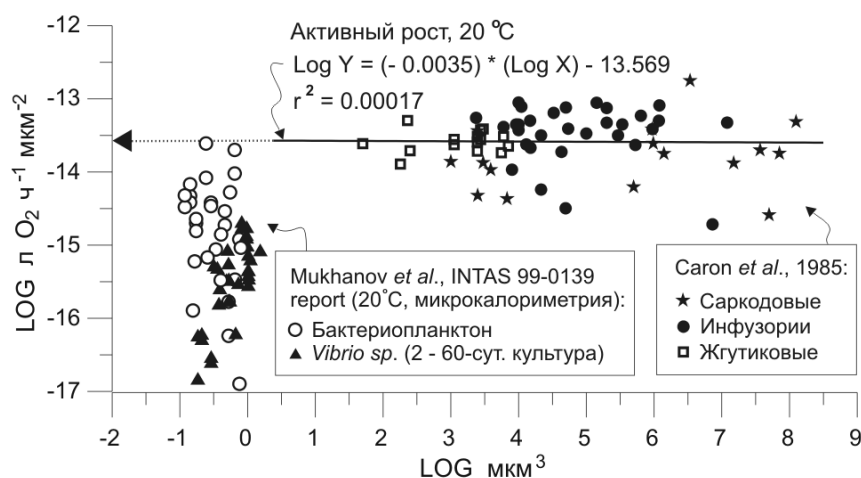


ЗАМЕТКА

Правила Клейбера и Рубнера в приложении к метаболической активности микропланктона [Limit for microplankton surface-specific metabolic rate]. – Согласно правилу Клейбера (Kleiber, 1932), скорость дыхания (или теплопродукции) в расчете на единицу объема организма (т.е. интенсивность метаболизма) возрастает с уменьшением размеров организмов. Причина очевидна – чем мельче организм, тем выше его удельная поверхность, а значит, «дешевле» транспортировать вещества, вовлеченные в метаболические процессы, через поверхность организма и внутри него (хотя столь упрощенная логика «работает» лишь в приложении к одноклеточным). В исследовании Caron et al. (1985) микропланктон послужил одной из великолепнейших иллюстраций правила Клейбера ($r^2=0.78!$) на широкой шкале размеров клеток ($10^2\div10^8$ мкм³) и интенсивности их дыхания ($10^{-17}\div10^{-13}$ л О₂ мкм⁻³ ч⁻¹). Если же указанные в этом обзоре величины дыхания привести к иной «основе», *поверхности клетки*, то новая зависимость не теряет своей фундаментальности и красоты (см. рисунок), ибо она иллюстрирует иной закон, закон Рубнера (1883), открытый на полвека раньше, но не столь известный и «популярный» как правило Клейбера.



На графике видно (см. кластер точек для простейших), что *интенсивность метаболизма в расчете на единицу поверхности клетки не зависит от размеров микроорганизма* ($r^2 < 0.001$), но это верно только для *активно растущих клеток* с максимальной скоростью метаболизма. Эта оговорка очень важна, поскольку придает закону особый экологический смысл. В природе в менее благоприятных условиях интенсивность метаболизма ниже, и точки ложатся под регрессионной прямой (см. кластер точек для бактерий). Логично предположить, что интенсивность метаболизма лимитирована скоростью транспорта через клеточную мембрану, а максимальной скорости транспорта соответствует некоторая предельная интенсивность метаболизма, которая может служить *константой* для всех одноклеточных микроорганизмов. Для представленных здесь данных это около 3×10^{-14} л О₂ мкм⁻² ч⁻¹ или 2×10^{-13} Вт мкм⁻² в единицах теплопродукции (аэробные условия). Какой экологический смысл может иметь эта величина? Оценка суммарной биопер поверхности микробного сообщества сама по себе не представляет ценности, поскольку доля метаболически активных клеток (с интактными мембранами), как правило, невелика и довольно вариабельна (Smith & del Giorgio, 2003), а её определение – непростая задача. Однако суммарная биопер поверхность может быть использована для расчета интенсивности метаболизма. Априори её величина должна быть меньше вышеупомянутой константы, а их соотношение может служить показателем *эффективности транспорта веществ и энергии* через биопер поверхность сообщества. Для бактериопланктона эта величина, по-видимому, не превышает 5–10% (Mukhanov et al., 2003, 2004). (Муханов В. С. Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь, Украина)